

# EUROPEAN PATENT OF CE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000205259  
PUBLICATION DATE : 25-07-00

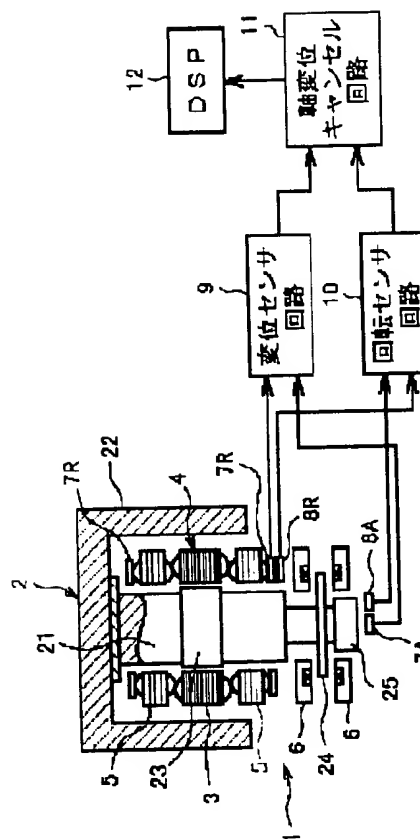
APPLICATION DATE : 18-01-99  
APPLICATION NUMBER : 11009453

APPLICANT : KOYO SEIKO CO LTD;

INVENTOR : TANIGUCHI MANABU;

INT.CL. : F16C 32/04 G01B 21/00 G01D 5/245  
G01P 3/488

TITLE : REVOLVING SPEED DETECTING  
DEVICE FOR MAGNETIC LEVITATION  
ROTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To grasp accurately the rotating condition of a rotor.

SOLUTION: The output signal of a rotation sensor circuit 10 on the basis of rotation sensors 8A and 8B and the output signal of a displacement sensor circuit 9 on the basis of an axial displacement sensor 7A and a radial displacement sensor 7R are subjected to a differential amplification, and thereby the output signal of the rotation sensor circuit 10 gets rid of influence of the vibration in case a vibration is generated in a rotor 2.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(11)特許出願公開番号  
特開2000-205259  
(P2000-205259A)

(43)公開日 平成12年7月25日(2000.7.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
F 1 6 C 32/04		F 1 6 C 32/04	A 2 F 0 6 9
G 0 1 B 21/00		G 0 1 B 21/00	C 2 F 0 7 7
G 0 1 D 5/245	1 0 2	G 0 1 D 5/245	1 0 2 D 3 J 1 0 2
G 0 1 P 3/488		G 0 1 P 3/488	Z

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平11-9453	(71)出願人	000001247 光洋精工株式会社 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(22)出願日	平成11年1月18日(1999.1.18)	(72)発明者	上山 拓知 大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
		(72)発明者	谷口 学 大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
		(74)代理人	100092705 弁理士 渡邊 隆文

最終頁に続く

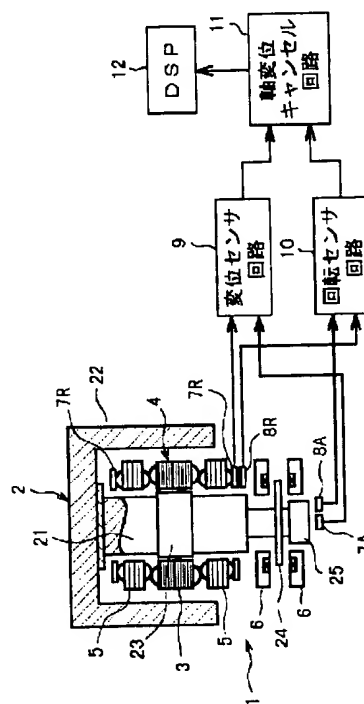
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 磁気浮上回転体の回転数検出装置

(57) 【要約】

【課題】 回転体の回転状態を正確に把握することのできる磁気浮上回転体の回転数検出装置を提供する。

【解決手段】 回転センサ８Ａ及び８Ｒに基づく回転センサ回路１０の出力信号と、アキシアル変位センサ７Ａ及びラジアル変位センサ７Ｒに基づく変位センサ回路９の出力信号との差動増幅を行うことにより、回転体２に振動が生じた場合に回転センサ回路１０の出力信号に含まれる振動の影響を取り除く。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気軸受により磁気浮上状態で支持された回転体と対向して配置されたセンサ部を有し、この回転体の回転数に応じた信号を、この回転体と前記センサ部との距離に応じた信号に乗せて出力する回転検出手段と、

前記回転体に対向して配置されたセンサ部を有し、当該回転体の変位に応じた信号を出力する変位検出手段と、前記変位検出手段の出力信号によって、前記回転検出手段の出力信号のうちの前記距離に応じた信号をキャンセルする軸変位キャンセル手段と、

前記軸変位キャンセル手段の出力信号に基づいて前記回転体の回転数を検出する信号処理手段とを備えたことを特徴とする磁気浮上回転体の回転数検出装置。

【請求項2】前記変位検出手段のセンサ部は、複数個設けられたラジアル変位センサのうちの1つであり、前記回転検出手段のセンサ部は、当該1つのラジアル変位センサに近接して配置された回転センサであることを特徴とする請求項1記載の磁気浮上回転体の回転数検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気軸受により磁気浮上状態で支持される回転体の回転数を検出する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気軸受によって非接触支持された回転体の回転制御を行うには、回転体の回転数を検出する必要がある。例えば、特開平2-287263号公報に記載された従来の回転数検出装置では、回転体の一端に導電性材料からなるターゲット部が設けられ、その端面又は外周面に段差が0.5mm程度の凹部が回転方向に180度位相差で2個形成されている。そして、当該凹部を含む端面や外周面に対向して渦電流式の回転センサが配置されている。この渦電流式の回転センサの出力は導電性材料との距離に応じて変化する。従って回転センサは、凹部を距離の差により検出して、パルス列状の信号を出力する。そして、この信号における所定時間内のパルス数をカウントすることにより、回転体の回転数が検出される。なお、回転体が所定の回転数で回転している定常状態において、回転体は磁気軸受によって正確に位置制御されている。従って、回転センサと導電性材料との距離は、凹部の存在に基づく変化を除けば、略一定である。回転体を停止させるときは、回転制御により回転体を減速し、回転数が0になったと認められた時点で、回転体の磁気浮上を停止させる。これにより、回転体は、タッチダウン軸受に着地して保持される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の回転数検出装置において、回転体の減速動作中に、不測の

原因（位置制御不良又は地震等）により回転体がアキシャル方向又はラジアル方向に振動した場合、回転センサと導電性材料との距離が変動する。このことは、凹部の有無以外に、回転センサの出力に変動を生じさせる要因となる。この結果、回転体の回転が停止しても、回転体の振動が原因となって回転センサの出力が引き続き変化する。磁気軸受の制御部は、この変化を、凹部の有無に基づく変化と誤認して、回転体はまだ回転中であると判断する。従って、回転体の磁気浮上状態は解除されない。このため、振動がなかなか減衰せず、長時間にわたって振動が継続するという不都合がある。

【0004】上記のような従来の問題点を鑑み、本発明は、回転体の回転状態を正確に把握することのできる磁気浮上回転体の回転数検出装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気浮上回転体の回転数検出装置は、磁気軸受により磁気浮上状態で支持された回転体と対向して配置されたセンサ部を有し、この回転体の回転数に応じた信号を、この回転体と前記センサ部との距離に応じた信号に乗せて出力する回転検出手段と、前記回転体に対向して配置されたセンサ部を有し、当該回転体の変位に応じた信号を出力する変位検出手段と、前記変位検出手段の出力信号によって、前記回転検出手段の出力信号のうちの前記距離に応じた信号をキャンセルする軸変位キャンセル手段と、前記軸変位キャンセル手段の出力信号に基づいて前記回転体の回転数を検出する信号処理手段とを備えたものである（請求項1）。このように構成された磁気浮上回転体の回転数検出装置では、回転体が振動した場合、振動による変位が変位検出手段により検出されるとともに、回転検出手段の出力信号にも振動の影響が含まれる。しかし、軸変位キャンセル手段において、前記変位検出手段の出力信号によって、前記回転検出手段の出力信号のうちの前記距離に応じた信号をキャンセルすることにより、振動の影響が取り除かれる。従って、振動が生じても回転数の信号のみが抽出され、信号処理手段により回転数が検出される。

【0006】上記回転数検出装置において、変位検出手段のセンサ部は、複数個設けられたラジアル変位センサのうちの1つであり、回転検出手段のセンサ部は、当該1つのラジアル変位センサに近接して配置された回転センサであってもよい（請求項2）。この場合、回転体がラジアル方向に振動を生じると、当該1つのラジアル変位センサと回転センサとに対して同様に振動による変位の影響が及ぶ。従って、変位検出手段の出力信号によって、回転検出手段の出力信号のうちの前記距離に応じた信号をキャンセルすることにより、振動の影響が確実に取り除かれる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態による磁気浮上回転体の回転数検出装置を示すブロック図である。図において、磁気軸受装置1の回転体2は、主軸部21と動翼部22とを備えている。また、主軸部21は、上部中央にロータ部23、下部にディスク部24及びターゲット部25を備えている。ロータ部23は、ステータ3と共に、モータ（高周波モータ）4を構成している。ステータ3の上部側及び下部側の、主軸部21の周囲には、回転体2をラジアル方向に非接触支持するラジアル磁気軸受5が配置されている。また、ディスク部24をその軸方向から挟むようにして、回転体2をアキシャル方向に非接触支持するアキシャル磁気軸受6が配置されている。なお、図示しないが、主軸部21の軸方向上下2箇所には、磁気浮上停止時に回転体2を接触支持するタッチダウン軸受が設けられている。

【0008】回転体2のラジアル方向への変位を検出する複数個（8個）のラジアル変位センサ7Rは、主軸部21の軸方向上下2箇所において周方向に90度ごとに設けられている。また、回転センサ8Rは、主軸部21にラジアル方向から対向して1個配置されている。回転センサ8Rは、対向する主軸部21との距離に応じてその出力が変化するものであり、主軸部21の外周面に形成された被検出部（例えば凹部）を距離の差により検出して、回転体2の回転数に応じた周期でパルス状の信号を出力する。この回転センサ8Rは、回転体2の回転軸心から見て、複数のラジアル変位センサ7Rのうちの1個と同一のラジアル方向、略同一の距離に配置され、かつ、軸方向にも互いに近接して配置されている。

【0009】図2は、主軸部21と、これに対向して配置されたラジアル変位センサ7R及び回転センサ8Rとの位置関係を示す部分拡大図である。図に示すように、被検出部21aを含む外周面に対向しているのは回転センサ8Rのみであり、ラジアル変位センサ7Rは被検出部21aを含まない同径の外周面に対向している。従って、ラジアル変位センサ7Rが被検出部21aの影響を受けることはないが、主軸部21がラジアル方向に変位を生じると、その影響が等しくラジアル変位センサ7R及び回転センサ8Rに及ぶこととなる。

【0010】一方、図1において、ターゲット部25の軸方向下端面に対向して、回転体2のアキシャル方向への変位を検出する1個のアキシャル変位センサ7Aが配置されている。また、回転センサ8Aは、ターゲット部25の下端面外周近傍に対向して1個配置されている。回転センサ8Aは、対向するターゲット部25との距離に応じてその出力が変化するものであり、ターゲット部25の下端面外周近傍に形成された被検出部（例えば凹部）を距離の差により検出して、回転体2の回転数に応じた周期でパルス状の信号を出力する。この回転センサ8Aは、ターゲット部25の下端面とのギャップが、アキシャル変位センサ7Aと略同一となるように配置され

ている。

【0011】図3の(a)は、ターゲット部25と、これに対向して配置されたアキシャル変位センサ7A及び回転センサ8Aとの位置関係を示す部分拡大図であり、(b)はターゲット部25の底面図である。図に示すように、被検出部25aを含む外周近傍端面に対向しているのは回転センサ8Aのみであり、アキシャル変位センサ7Aは被検出部25aを含まない中心部に対向している。従って、アキシャル変位センサ7Aが被検出部25aの影響を受けることはないが、ターゲット部25がアキシャル方向に変位を生じると、その影響が等しくアキシャル変位センサ7A及び回転センサ8Aに及ぶこととなる。

【0012】図1に戻り、上記ラジアル変位センサ7R及びアキシャル変位センサ7Aの各出力はA/D変換等所定の処理を受けた後、DSP（Digital Signal Processor：ソフトウェアプログラムによって動作し、高速実時間処理が可能なデジタル信号処理装置）12に送られる（但し、これらの回路接続構成は既知の事項であるため、図示を省略する。）。また、ラジアル磁気軸受5及びアキシャル磁気軸受6は、図示しない駆動回路を介してDSP12と接続されている。さらに、モータ4は図示しないインバータを介してDSP12と接続されている。

【0013】一方、図1に示すように、複数のラジアル変位センサ7Rのうち、回転センサ8Rに近接して配置されているラジアル変位センサ7R、及び、アキシャル変位センサ7Aは、変位センサ回路9と接続されている。変位センサ回路9は、かかる2つの変位センサ7R及び7Aからの信号を別々に処理する増幅器等を備えている。また、回転センサ8R及び8Aは、回転センサ回路10と接続されている。回転センサ回路10は、かかる2つの回転センサ8R及び8Aからの信号を別々に処理する増幅器等を備えている。ここで、ラジアル変位センサ7R、アキシャル変位センサ7A及び変位センサ回路9は、回転体2の変位に応じた信号を出力する「変位検出手段」を構成している。また、回転センサ8R、8A及び回転センサ回路10は、後述のように、回転体2の回転数に応じた信号を回転体2との対向距離に応じた信号に乗せて出力する「回転検出手段」を構成している。

【0014】上記変位センサ回路9及び回転センサ回路10における各増幅器の増幅率は、例えば回転体2が磁気浮上静止状態で、かつ、回転センサ8Rが被検出部21aに対向していない状態において、回転センサ8Rの出力する信号レベルがラジアル変位センサ7Rの出力する信号レベルと相等しくなるように、設定される。また同様に、回転体2が磁気浮上静止状態で、かつ、回転センサ8Aが被検出部25aに対向していない状態において、回転センサ8Aの出力する信号レベルがアキシャル

変位センサ7Aの出力する信号レベルと相等しくなるように、設定される。上記変位センサ回路9及び回転センサ回路10は、軸変位キャンセル回路11と接続されている。この軸変位キャンセル回路11は、差動増幅器、HPF（ハイパスフィルタ）、コンパレータ、A/Dコンバータ等を備えている。この軸変位キャンセル回路11の出力するデジタル信号は、DSP12に入力される。

【0015】上記のように構成された磁気軸受装置1においては、ラジアル磁気軸受5及びアキシヤル磁気軸受6により磁気浮上状態で支持された回転体2が、モータ4によって高速で回転させられる。回転中の回転体2の位置制御は、回転体2のラジアル方向への変位及びアキシヤル方向への変位を、それぞれラジアル変位センサ7R及びアキシヤル変位センサ7Aによって検出し、この検出結果に基づいて、DSP12がラジアル磁気軸受5及びアキシヤル磁気軸受6の電磁石を制御することにより行われる。

【0016】一方、回転体2の回転制御は、回転体2の回転数を回転センサ8R又は8Aによって検出し、この検出結果に基づいてDSP12が、モータ4に供給される電力の周波数を制御することにより行われる。この回転数の検出動作についてさらに詳しく説明する。なお、以下の動作説明に関しては、ラジアル方向とアキシヤル方向とで差はないため、ラジアル方向に関してのみ説明するが、アキシヤル方向に関して、全く同様である。

【0017】回転体2がラジアル磁気軸受5及びアキシヤル磁気軸受6によって非接触支持され、磁気浮上状態で高速回転している定常状態においては、回転体2は正確に位置制御されている。このとき、ラジアル変位センサ7Rに基づく変位センサ回路9の出力は、図4の

(a)に示す略一定の出力レベルとなる。一方、回転センサ8Rに基づく回転センサ回路10の出力(図4の(b))は、(a)の出力レベルをベースに、被検出部21aを検出するごとにパルス状の波形が現れたものとなる。(a)及び(b)の出力は、軸変位キャンセル回路11内の差動増幅器により差動増幅される。従って、差動増幅器の出力は(c)に示す波形となる。また、回転体2がラジアル方向へ変位を生じた場合、(a)に示す出力レベルが変化(上下方向にシフト)するが、これと同一の変化が(b)の波形にも現れる。従って、変化分が軸変位キャンセル回路11内の差動増幅器によってキャンセルされ、(c)の波形は変わらない。

【0018】一方、例えば回転体2を停止させるための減速中において、もし、位置制御不良や地震等により回転体2に振動が発生した場合、ラジアル変位センサ7Rと、これに対向する主軸部21との距離が連続的に変動する。従って、ラジアル変位センサ7Rに基づく変位センサ回路9の出力波形は、例えば図5の(a)に示すようになる(点線は、振動発生前の出力である。)。上記

振動の影響は回転センサ8Rにも同様に及ぶため、回転センサ8Rに基づく回転センサ回路10の出力は図5の(b)に示すように、点線で示すパルス列状の波形が振動の波形に乗った波形となる。しかし、軸変位キャンセル回路11の差動増幅器が、(a)及び(b)に示す出力の差動増幅を行うため、振動の影響はキャンセルされ、(c)に示す差動増幅器の出力波形が得られる。これは、図4の(c)の波形と同じである。

【0019】図4の(c)又は図5の(c)に示す波形を有する差動増幅器の出力は、次にHPFによってシャープな出力波形とされ(図6の(a)参照)、さらにコンパレータを通して矩形のパルス波形とされる(図6の(b)参照)。矩形のパルス波形は、DSP12に送られ、所定時間内にカウントされたパルス数(又はパルス周期)から回転体2の回転数が求められる。DSP12は、このようにして振動発生の有無に関わらず、正確にパルスをカウントして回転数を求めることができる。従って、検出した回転数に基づく回転制御を正確に行うことができる。また、振動発生後、回転体2が停止すると、パルスが出力されなくなり、振動の影響による出力変動(図5の(a))のみが変位センサ回路9及び回転センサ回路10から出力される。従って、軸変位キャンセル回路11内の差動増幅器の出力は、ほぼ0となり、軸変位キャンセル回路11からDSP12にパルスが出力されなくなる。従って、DSP12は、回転体2が停止したと判断し、磁気浮上を停止して回転体2をタッチダウンさせる。これにより、回転体2の振動は一気に減衰して消滅する。

【0020】なお、上記実施形態において、回転体2のアキシヤル方向における浮上位置は、アキシヤル磁気軸受6の磁力を個別に制御することにより上下のアキシヤル磁気軸受間のギャップ内で任意に調節することができる。従って、アキシヤル変位センサ7Aとターゲット部25との対向距離は回転体2の変位や振動とは関わりなく変化することもある。しかし、この場合でも、回転センサ8Aとターゲット部25との距離が同様に変化するため、軸変位キャンセル回路11における差動増幅により、上記変化分はキャンセルされ、図4の(c)に示す波形の信号が出力される。従って、回転体2の浮上位置を任意に選択しつつ、回転体2の回転数を正確に把握することができる。

【0021】また、上記実施形態においては、回転数の検出をラジアル方向及びアキシヤル方向の双方で行ったが、どちらか一方だけでもよい。さらに、上記実施形態における軸変位キャンセル回路11は、アナログで処理を行いデジタルで出力を行うものであるが、前段の変位センサ回路9及び回転センサ回路10においてデジタル信号を出力するようにすれば、軸変位キャンセル回路11の機能をDSP12内で実行させることも可能である。

## 【0022】

【発明の効果】以上のように構成された本発明は以下の効果を奏する。請求項1の磁気浮上回転体の回転数検出装置によれば、回転体が振動した場合でも、変位検出手段の出力信号によって、回転検出手段の出力信号のうちの距離に応じた信号をキャンセルすることにより振動の影響が取り除かれるので、振動が生じても回転数の信号のみが抽出される。従って、信号処理手段により、回転体の回転数や回転停止状態を正確に把握することができる。

【0023】請求項2の磁気浮上回転体の回転数検出装置によれば、回転体がラジアル方向に振動を生じると、当該1つのラジアル変位センサと回転センサとに対して同様に振動による変位の影響が及ぶので、変位検出手段の出力信号によって、回転検出手段の出力信号のうちの距離に応じた信号をキャンセルすることにより、振動の影響が確実に取り除かれる。従って、信号処理手段により、回転体の回転状態を常に正確に把握することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による磁気浮上回転体の回転数検出装置を示すブロック図である。

【図2】図1における回転体の主軸部と、これに対向して配置されたラジアル変位センサ及び回転センサとの位置関係を示す部分拡大図である。

【図3】図1における回転体のターゲット部と、これに対向して配置されたアキシアル変位センサ及び回転センサとの位置関係を示す部分拡大図である。

【図4】図1に示す回転数検出装置の定常状態における、変位センサの出力、回転センサの出力、及び、これらの差動増幅出力を示す波形図である。

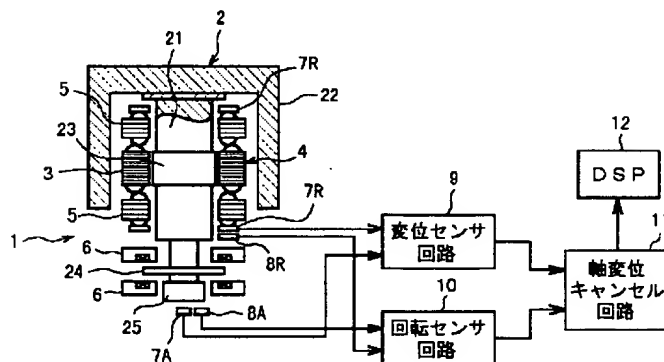
【図5】図1に示す回転数検出装置の回転体が振動を発生した場合における、変位センサの出力、回転センサの出力、及び、これらの差動増幅出力を示す波形図である。

【図6】図4又は図5における差動増幅出力に対するその後の処理を示す波形図である。

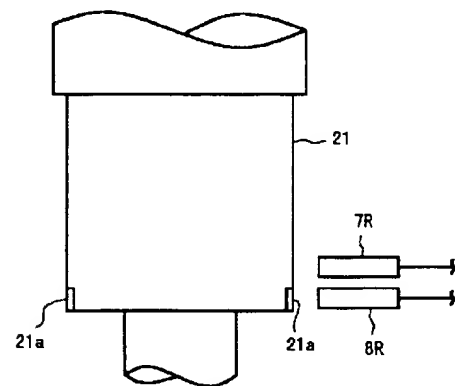
## 【符号の説明】

- 2 回転体
- 5 ラジアル磁気軸受
- 6 アキシアル磁気軸受
- 7A アキシアル変位センサ
- 7R ラジアル変位センサ
- 8A 回転センサ（アキシアル方向）
- 8R 回転センサ（ラジアル方向）
- 9 変位センサ回路
- 10 回転センサ回路
- 11 軸変位キャンセル回路
- 12 DSP

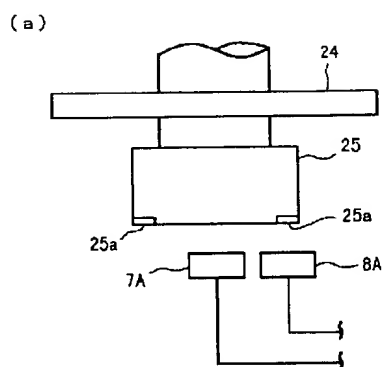
【図1】



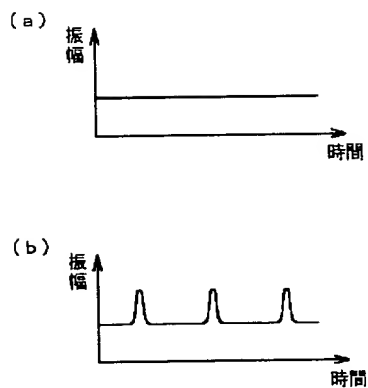
【図2】



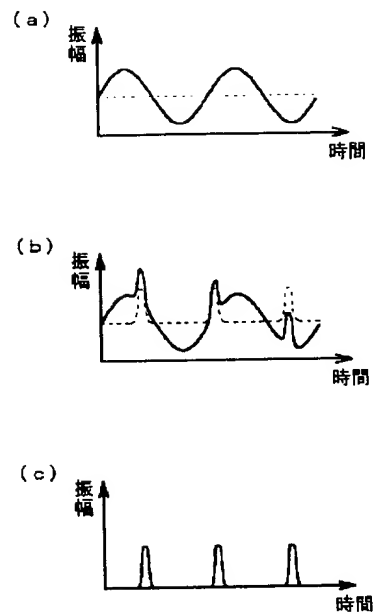
【図3】



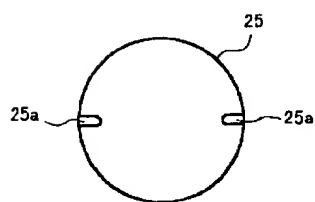
【図4】



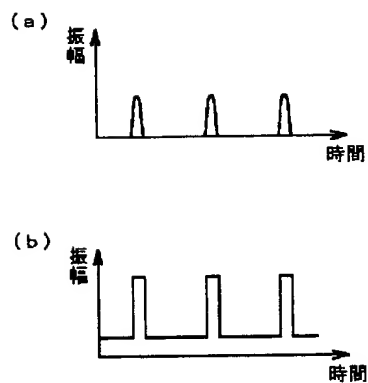
【図5】



(b)



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F069 AA83 BB40 DD09 DD12 EE04  
 GG04 GG06 GG58 GG59 GG63  
 HH09 HH30 NN00 NN08  
 2F077 AA21 AA49 NN03 NN21 PP06  
 RR02 UU12  
 3J102 AA01 BA03 BA17 BA18 CA21  
 CA27 DB05 DB08 DB21 DB22  
 DE27 DE29 DE32

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02287263  
PUBLICATION DATE : 27-11-90

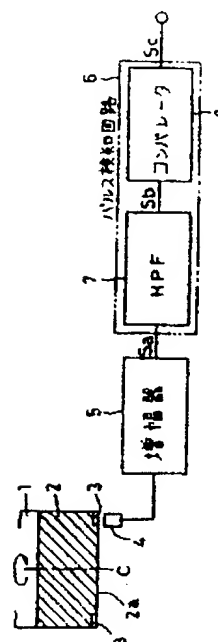
APPLICATION DATE : 28-04-89  
APPLICATION NUMBER : 01109977

APPLICANT : KOYO SEIKO CO LTD;

INVENTOR : NAKAURA SHUNSUKE;

INT.CL. : G01P 3/49

TITLE : ROTATION DETECTOR



ABSTRACT : PURPOSE: To enhance the degree of freedom of the mounting position of an eddy current type displacement sensor and to lower mounting accuracy by arranging said sensor in opposed relation to the recessed or protruding part formed to the surface to be detected of a conductive material.

CONSTITUTION: The output of the eddy current type displacement sensor 4 arranged in opposed relation to the recessed part 3 of a surface 2a to be detected changes in proportion to the distance from a conductive material. Therefore, when a rotary body 1 is rotated, the output S of an amplifier 5 changes. That is, when the sensor 4 is faced to a part other than the recessed part 3 of the surface 2a to be measured, since said distance is short, the output Sa is low and, since the distance becomes long at each time when the part of the recessed part 3 reaches in front of the sensor 4, the output Sa becomes high and a pulse is generated in a forward direction. A pulse detection circuit 6 detects the pulse from the output Sa of the amplifier 5 to output the pulse having the definite magnitude corresponding to the recessed part 3. Therefore, by detecting this pulse, the rotational state of the rotary body 1 is known.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio